

РОЗВИТОК ФІТО- ТА ЗООПЛАНКТОНУ В РИБОГОСПОДАРСЬКИХ СТАВАХ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ФОСФОРМОБІЛІЗУЮЧОГО БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ

А. В. Базаєва¹, О. М. Тарасова¹, Н. І. Вовк²

¹Інститут рибного господарства НААН України

²Національний університет природокористування та біоресурсів України

У роботі представлені результати досліджень з визначення впливу фосформобілізуючого бактеріального препарату «Поліміксобактерин» та мінерального добрива «Суперфосфат» на розвиток фіто- і зоопланктону в рибогосподарських водоймах. Встановлено, що внесення «Поліміксобактерину», як самостійно, так і сумісно з «Суперфосфатом», сприяло збільшенню, чисельність фітопланктону в 1,2–4,7 рази, біомаси — 1,5–3,6 рази, в залежності від періоду вегетаційного сезону.

Ключові слова: ФІТОПЛАНКТОН, ЗООПЛАНКТОН, ПОЛІМІКСОБАКТЕРИН, СУПЕРФОСФАТ, ПРЕПАРАТ, ДОБРИВО, ЧИСЕЛЬНІСТЬ, БІОМАСА, РОЗВИТОК, ЕКОСИСТЕМА, СТАВИ

Природна кормова база водойм відіграє важливу роль у живленні риб різних видів та вікових груп. Фітопланктон сприяє збагаченню водного середовища киснем, приймає участь у колообігу речовин, створюючи первинну органічну продукцію, за рахунок якої безпосередньо чи опосередковано існує вся тваринна біота водойми. Зоопланктонні організми, найбільш чисельна група гідробіонтів, складають основу живлення багатьох видів риб, а також є індикаторами при оцінці якості води. Необхідні біогенні елементи, для повноцінного розвитку фіто- та зоопланктону, формуються у водоймі та надходять зовні [1]. Для їх поповнення, в рибному господарстві, традиційно використовують органічні та мінеральні добрива. Проте, крім позитивного ефекту, їх застосування призводить до збідніння асоціацій фітопланктону, появи монокультур, що в свою чергу негативно впливає на продуктивність водойми в цілому [2].

У зв'язку з напруженою екологічною ситуацією довкілля, в тому числі у водних екосистемах, ведеться пошук екологічно безпечних та більш дешевших добрив для застосування в рибництві: гідролізні дріжджі, відходи цукрових заводів, білково-вітамінний концентрат, фосфогіпс, біогумус та його похідні, пивна дробина тощо [3, 4, 5]. Крім того, у фаховій літературі є поодинокі повідомлення про позитивний вплив деяких бактеріальних препаратів (азотобактерин, фосфобактерин), на розвиток кормових ресурсів водойми [6, 7, 8].

Проведено ряд експериментів з визначення впливу екологічно безпечних бактеріальних препаратів, що широко використовуються в сільському господарстві, як альтернатива мінеральним добривам, на екосистему рибогосподарських водойм. Попередніми дослідженнями встановлено, що внесення фосформобілізуючого бактеріального препарату «Поліміксобактерин» у рибницькі стави сприяє підвищенню концентрацій мінерального фосфору, що є необхідним для розвитку гідробіонтів, на 20–32 % [9, 10]. У зв'язку з цим необхідно було з'ясувати вплив фосформобілізуючого бактеріального препарату «Поліміксобактерину», самостійно, та сумісно з «Суперфосфатом», на розвиток природної кормової бази ставів рибогосподарського призначення.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі науково-дослідного рибоводного господарства «Нивка», у вирощених ставах, площею 0,05 га та глибиною — 1,0–1,5 м. Водопостачання

ставів незалежне, водообмін не перевищує 15–20 діб. Щільність посадки коропа (середньою масою $33,74 \pm 1,47$ г) в експериментальних водоймах становила 1800 екз./га.

У дослідженнях використовували фосформобілізуючий бактеріальний препарат (добриво) «Поліміксобактерин», створений на основі бактерій *Peaenibacillus polymyxa* KB (кількість клітин бактерій у 1 мл нативного препарату $5,6 \times 10^9$ к.у.о.) та «Суперфосфат» (не менше 9 % діючої речовини) [11].

Таблиця 1

Схема проведення досліджень

| № досліду | Варіанти досліду | Кількість внесених добрив | Кількість клітин бактерій <i>P. polymyxa</i> KB в 1 мл води, к.у.о. |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------|---|
| I | Поліміксобактерин | 1 л/га | 5×10^2 |
| II | Поліміксобактерин + суперфосфат | 0,5 л/га + 13-16 кг/га | $2,5 \times 10^2$ |
| III | Контроль (без внесення добрив) | — | — |

Необхідну кількість добрив у вигляді розчинів, рівномірно вносили по поверхні водного дзеркала дослідних ставів. Дозу фосформобілізуючого бактеріального препарату узгоджували з даними наших попередніх досліджень та рекомендацій з використання «Поліміксобактерин» у сільському господарстві. Кількість «Суперфосфату» визначали за біологічною потребою водойми [12].

За хімічним складом вода як дослідних, так і контрольного ставу, відповідала нормам риборозведення (ГОСТ 15.372–97).

Температура води протягом періоду досліджень, коливалась в межах 15–25 °С, вміст кисню знаходився на рівні 6,7–8,0 мгО₂/л, водневий показник (рН) становив 6,3–7,5 одиниць. Перед внесенням добрив вміст мінерального фосфору у воді експериментальних ставів був низьким (0,15–0,19 мгР/л).

Проби для гідробіологічних досліджень відбирали два рази на місяць, в продовж вегетаційного сезону та обробляли загальноприйнятим методом [13].

Результати й обговорення

Вміст мінерального фосфору в дослідних варіантах перевищував контроль. У I варіанті, після внесення «Поліміксобактерину», його показник сягав максимального значення $0,44 \pm 0,005$ мгР/л на початку липня, поступово знижуючись в подальшому. У II варіанті («Поліміксобактерин» + «Суперфосфат»), максимальні концентрації фосфору відмічали безпосередньо після внесення «Суперфосфату» — $0,37 \pm 0,04$ мгР/л в червні та $0,30 \pm 0,02$ мгР/л в третій декаді липня. У контролі, максимальний вміст фосфору становив лише $0,20 \pm 0,006$ мгР/л.

Результати досліджень, з визначення чисельності та біомаса фіто- і зоопланктонних організмів експериментальних ставів, подані в таблиці 2.

Фітопланктон дослідних та контрольного ставів був представлений типовими видами синьо-зелених (*Cyanophyta*), дінофітових (*Dinophyta*), еугленових (*Euglenophyta*), діатомових (*Bacillariophyta*) та зелених водоростей (*Chlorophyta*). Домінуючими видами були: *Malosira* sp., *Cyclotella* sp., *Scenedesmus bijugatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus acuminatus*.

У I варіанті, де використовували «Поліміксобактерин», чисельність та біомаса зелених водоростей становила 57,26 % і 26,31 % відповідно, від загальної кількості фітопланктону. В II варіанті, де сумісно вносили «Поліміксобактерин» та «Суперфосфат» — відповідно 83,8 % та 69,66 %. У контролі представники зелених водоростей склали лише 17,16 % чисельності та 13,78 % біомаси.

Кількісний розвиток діатомових водоростей у I варіанті досліджень становив 40,98 % чисельності та 53,15 % біомаси; у II — 13,64 % та 22,30 %, і найбільше в контролі — 79,31 % і 71,24 %. Представники евгленових у I варіанті («Поліміксобактерин») склали 1,56 % чисельності та 19,52 % біомаси; у II («Поліміксобактерин» + «Суперфосфат») — відповідно 1,83 % і 7,69 %; III (контроль) — 2,00 % і 13,72 %. Розвиток дінофітових водоростей відмічено у варіанті з використанням «Поліміксобактерину»: 0,18 % чисельності та 1,02 % біомаси, і в контролі — 0,20 % і 0,84 %. Синьо-зелені водорості, в незначній кількості, виявлені у II варіанті та контролі. Необхідно відмітити, що в зв'язку із різницею між індивідуальними розмірами клітин фітопланктонних організмів, чисельність та біомаса однієї таксономічної групи водоростей суттєво відрізняється між собою.

У I та II варіантах досліджень при використанні «Поліміксобактерину» самостійно, та сумісному внесенні з «Суперфосфатом», у видовому спектрі домінували високопродуктивні зелені водорості, в основному представників протококових (*Protococcales*), в контролі — діатомові.

Чисельність фітопланктону, протягом вегетаційного періоду, при використанні «Поліміксобактерину», коливалась в межах 5,06–16,87 тис. кл/л, біомаса — 1,25–6,44 г/м³; при сумісному використанні «Поліміксобактерину» та «Суперфосфату» — відповідно 4,81–28,83 тис. кл/л та 2,43–8,04 г/м³; у контроль — 0,98–25,25 тис. кл/л і 0,35–13,12 г/м³ (табл. 2).

Максимальна чисельність (12,40–16,87 тис. кл/л) та біомаса (5,78–6,44 г/м³) фітопланктону в I варіанті («Поліміксобактерин»), відмічена в період збільшення вмісту у воді мінерального фосфору 0,44±0,005 мгР/л. У II варіанті, найбільший розвиток фітопланктону (чисельність 27,71–30,37 тис. кл/л, біомаса 5,59–8,48 г/м³) зафіксовано безпосередньо після внесення суперфосфату, що є закономірним.

У контрольному варіанті, чисельність та біомаса фітопланктону зростала поступово, переважно за рахунок діатомових водоростей, досягаючи максимального значення відповідно 23,90 тис. кл/л та 12,58 г/м³.

Внесення в стави бактеріального препарату «Поліміксобактерину» як самостійно, так і сумісно з «Суперфосфатом», стимулює розвиток фітопланктонних організмів протягом вегетаційного сезону. Необхідно відмітити, що внесення мінерального добрива «Суперфосфат» ефективніше впливало на розвиток фітопланктонних організмів, але використання «Поліміксобактерину», без мінеральних сполук, є більш доцільним з точки зору екологічної безпеки та економічної ефективності.

При цьому, як зазначалося вище, вміст мінерального фосфору у варіанті з використанням «Суперфосфату» підвищувався лише тимчасово, а у варіанті з «Поліміксобактерином», був достатньо високим майже до кінці вегетативного періоду [Базаєва А.В., 2009].

Як у дослідних, так і контрольному ставах, у продовж періоду досліджень, розвиток зоопланктону визначали представники групи коловерток (*Rotatoria*), гіллястовусих (*Cladocer*) та веслоногих (*Copepoda*). Домінуючими видами протягом всього вегетаційного періоду були: серед коловерток — *Asplanchna priodonta*, *polyarthra vulgaris*; гіллястовусих — *Bosmina longirostris*; веслоногих рачків — *Cyclops sp.* та їх копепоїдні стадії розвитку, особливо в травні, перед внесенням добрив.

Чисельність і біомаса фіто- та зоопланктону експериментальних ставів науково-дослідного рибоводного господарства «Нивка»

| № п/п | Систематичні групи організмів | I («Поліміксобактерин») | | | | II («Поліміксобактерин» + «Суперфосфат») | | | | III (контроль) | | | |
|--|------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Дата відбору проб (місяць) | | | | | | | | | | | |
| | | V | VI | VII | VIII | V | VI | VII | VIII | V | VI | VII | VIII |
| <i>ФІТОПЛАНКТОН (тис.кл./л / г/м³)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| I. | <i>Cyanophyta</i> (синьозелені) | | | | | | | <u>480</u> 0,08 | — | — | — | <u>400</u> 0,07 | |
| II. | <i>Dinophyta</i> (дінофітові) | | | <u>70</u> 0,17 | — | — | — | — | — | — | — | — | <u>59</u> 0,14 |
| III. | <i>Euglenophyta</i> (евгленові) | <u>276</u> 1,82 | — | <u>280</u> 1,33 | <u>53</u> 0,30 | <u>814</u> 0,81 | — | <u>360</u> 0,40 | <u>186</u> 0,58 | <u>69</u> 0,45 | — | <u>300</u> 116 | <u>295</u> 1,12 |
| I V. | <i>Bacillariophyta</i> (діатомові) | <u>1656</u> 0,88 | <u>1368</u> 0,32 | <u>5040</u> 2,65 | <u>7897</u> 5,00 | <u>4044</u> 0,58 | <u>7176</u> 0,64 | <u>960</u> 2,16 | <u>930</u> 1,21 | <u>340</u> 0,15 | <u>280</u> 0,15 | <u>1000</u> 0,66 | <u>22420</u> 10,97 |
| V. | <i>Chlorophyta</i> (зелені) | <u>3128</u> 0,51 | <u>3240</u> 0,93 | <u>11480</u> 1,80 | <u>4488</u> 1,44 | <u>5278</u> 1,04 | <u>23192</u> 7,84 | <u>6012</u> 1,16 | <u>26598</u> 3,80 | | <u>700</u> 0,14 | <u>1950</u> 0,73 | <u>2478</u> 0,89 |
| | Всього фітопланктону: | <u>5060</u> 3,21 | <u>4608</u> 1,25 | <u>16870</u> 5,78 | <u>12402</u> 6,44 | <u>7136</u> 2,43 | <u>30368</u> 8,48 | <u>7332</u> 3,72 | <u>27714</u> 5,59 | <u>410</u> 0,60 | <u>980</u> 0,29 | <u>3650</u> 2,62 | <u>23895</u> 12,58 |
| <i>ЗООПЛАНКТОН (екз/м³ / г/м³)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| I. | Rotatoria (коловертки) | — | <u>12000</u> 0,339 | — | — | — | — | — | — | <u>265200</u> 1,181 | — | <u>7200</u> 0,101 | <u>30000</u> 0,210 |
| II. | Cladocera (гілястовусі) | — | — | — | <u>8400</u> 0,084 | — | — | <u>4800</u> 0,156 | — | <u>2040</u> 0,020 | <u>12000</u> 0,504 | <u>7200</u> 0,439 | <u>50000</u> 1,394 |
| III. | Scolecopoda (веслоногі) | <u>6000</u> 0,060 | — | <u>2600</u> 0,026 | <u>33600</u> 0,310 | — | <u>2600</u> 0,026 | — | <u>29680</u> 0,083 | <u>12240</u> 0,434 | — | <u>55260</u> 0,552 | <u>128000</u> 1,280 |
| | Всього: зоопланктону | <u>6000</u> 0,060 | <u>12000</u> 0,339 | <u>2600</u> 0,026 | <u>42000</u> 0,394 | — | <u>2600</u> 0,026 | <u>4800</u> 0,156 | <u>29680</u> 0,083 | <u>279980</u> 1,635 | <u>12000</u> 0,504 | <u>69600</u> 1,092 | <u>208000</u> 2,944 |

При використанні «Поліміксобактерину» кількісний розвиток зоопланктону формувався в основному представниками веслоногих (40,81 % чисельності та 23,78 % біомаси) та коловертками (відповідно 34,82 % та 61,08 %). При сумісному використанні «Поліміксобактерину» та «Суперфосфату», чисельність та біомаса гілястовусих становила 22,92 % та 73,93 %; веслоногих відповідно 77,10 і 26,06 %. У контролі основну частину зоопланктонних організмів за чисельністю визначали коловертки — 54,84 %, а за біомасою — веслоногі рачки 41,00 %.

У дослідних водоймах, після внесення добрив, чисельність та біомаса зоопланктону зростала, сягаючи максимального значення при внесенні «Поліміксобактерину» (I варіант) — за чисельністю — 33,6 тис. екз/м³ та 0,394 г/м³ за біомасою; а при сумісному внесенні бактеріального та мінерального добрива (II варіант) — 29,7 тис. екз/м³ та 0,156 г/м³.

Необхідно зауважити, що у контрольному ставі, відмічався розвиток веслоногих рачків (циклопів), за рахунок чого чисельність та біомаса зоопланктону була вищою ніж у дослідних варіантах, і становила відповідно 128,0–280,0 тис. екз/м³ та 1,635–2,944 г/м³, що можливо пов'язано з незначними відмінностями у підготовці водойм (часом водонапуску, більшим заростанням верхньою водною рослинністю).

Низьку біомасу зоопланктону як у дослідних варіантах, так і контролі можна пояснити інтенсивним споживанням кормових організмів рибою, при її вирощування в монокультурі (короп), за випасної технології та при збільшеній щільності посадки для поліської зони рибництва.

Висновки

Внесення фосформобілізуючого бактеріального препарату «Поліміксобактерину» в рибогосподарські стави як самостійно, так і сумісно з «Суперфосфатом», позитивно впливає на розвиток природної кормової бази. Але, з точки зору екологічної безпеки та економічної доцільності, використання «Поліміксобактерину», в технології вирощування риби, без додавання мінеральних сполук, є цілком доцільним заходом інтенсифікації рибництва.

У зв'язку із значним розвитком фітопланктонних водоростей, які є природним кормом для рослиноїдних риб, бактеріальний препарат «Поліміксобактерин», більш доцільно вносити у стави при вирощуванні риби в полікультурі.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження з визначення можливості використання бактеріальних препаратів у рибному господарстві, з метою оптимізації концентрацій біогенних елементів, що в свою чергу позитивно впливає на розвиток гідробионтів, є перспективними та актуальними напрямком досліджень.

A. V. Bazaeva, N. I. Vovk, O. M. Tarasova

THE GROWTH OF PHYTO- AND ZOOPLANKTON IN FISH FARMING PONDS BY USAGE OF PHOSPHATEMOBILISATION BACTERIAL PREPARATION POLIMIKSOBAKTERIN

S u m m a r y

The influence of phosphatemobilisation bacterial preparation polimiksobakterin and mineral fertilizer superphosphate to growth of phyto- and zooplankton in fish farming ponds was investigated. The bringing of polimiksobakterin, both independently and consonant with superphosphate, increased the quantity of phytoplankton in 1,2–4,7 times and in 1,5–3,6 times, depending on the period of vegetative season.

A. V. Базаева, Н. И. Вовк, О. М. Тарасова

РАЗВИТИЕ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРУДАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОСФОРМОБИЛИЗИРУЮЩЕГО БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ПОЛИМИКСОБАКТЕРИНА

А н н о т а ц и я

В работе представлены результаты исследований по определению влияния фосформобилизирующего бактеріального препарата полимиксобактерину и минерального

удобрения суперфосфата на развитие фито- и зоопланктона в рыбохозяйственных водоемах. Установлено, что внесение «Полимиксобактерина», как самостоятельно, так и совместно с суперфосфатом, способствовало увеличению численности фитопланктона в 1,2–4,7 раз, биомассы — 1,5–3,6 раз, в зависимости от периода вегетационного сезона.

1. Цьонь Н. І. Реакція фіто- та зоопланктону на дію органічних добрив / Н. І. Цьонь, Н. П. Чужма, А. М. Базаєва // Рибне господарство. — Киев, 2009. — Вип. 66. — С. 212–216.
2. Иванова Н. С. Влияние удобрений на фитопланктон малого глубоководного водоема : сборник научных трудов «Особенности развития фытопланктона в рыбохозяйственных водоемах различного типа» / Н. С. Иванова, А. Т. Авдеева. — Л., 1987. — № 265. — С. 32–41.
3. Кражан С. А. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хазяйства / С. А. Кражан, Л. И. Лупачева. — Львов, 1991. — 102 с.
4. Хижняк М. І. Вплив різних видів добрив на чисельність та життєдіяльність бактеріопланктону в ставах / М. І. Хижняк // Таврійський наук. вісник «Сучасні напрямки та проблеми аквакультури». — Херсон, 1998. — Вип. 7. — С. 395–399.
5. Столович В. Н. Миграции элементов, составляющих фосфогипс, в экосистеме пруда при использовании его в качестве удобрения : Сб. науч. трудов «Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии» / В. Н. Столович, В. А. Лебедева, М. Н. Тютюнова. — Минск : Технопринт, 2003. — Вып. 19. — С. 143–148.
6. Rosca G. Resultate preliminare privind folosirea biopreparatelor bacteriene (Azotobacterin si Fosfobacterin) ca ingrasamint in helesteele de crestere a crapuli / G. Rosca, V. Vasilescu-Rarinca, V. Soileanu Gheorghiu, M. Stoina. — Inst., 1961. Cercetari piscic. — № 1. — С. 5–13.
7. Родина А. Г. Микроорганизмы и повышение рыбопродуктивности прудов / А. Г. Родина. — Москва : Из-во АН СССР. — 166 с.
8. Кончиц В. В. Бактериальные удобрения для рыбоводства : мат. междуна. конф. «Проблемы и перспективы повышения качества рыбной продукции внутринних водоемов» Киев 8–9 октября / В. В. Кончиц, Э. К. Скурат, В. А. Сиволоцкая, Т. А. Говор. — 1996. — С. 30.
9. Базаєва А. В. Влияние фосформобилизующих бактериальных препаратов на содержание фосфора в воде рыбохозяйственных прудов : сб. науч. трудов «Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии» / А. В. Базаєва, Н. Г. Михайленко, Н. И. Вовк, Л. Н. Токмакова. — 2008. — Вып. 24. — С. 370–373.
10. Базаєва А. В. Зміни концентрацій біогенних елементів у рибогосподарських ставах при використанні фосформобілізуючих бактеріальних препаратів та фосфорних мінеральних добрив / А. В. Базаєва, Н. Г. Михайленко // Рибне господарство. — Київ, 2009. — Вип. 67. — С. 14–16.
11. Токмакова Л.Н. Штаммы *Bacillus polymyxa* и *Achromobacter album* — основа для создания бактериальных препаратов / Л. Н. Токмакова // Мікробіологічний журнал (окремий відбиток). — Київ, 1997. — С. 131–138.
12. Харитонова Н. Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства / Н. Н. Харитонова. — К. : Наукова думка, 1984. — 192 с.
13. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. — Л. : ГосНИОРХ, 1982. — 34 с.

Рецензент: головний науковий співробітник лабораторії живлення ВРХ, доктор біологічних наук, професор В. Г. Янович.